

薄膜磁気ヘッド及び薄膜磁気ヘッドの製造方法 (THIN-FILM MAGNETIC HEAD AND MANUFACTURING METHOD OF THIN-FILM MAGNETIC HEAD)

発明の技術分野 (FIELD OF THE INVENTION)

本発明は、少なくともインダクティブ型書込みヘッド素子を備えた薄膜磁気ヘッド及びこの薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

関連技術の説明 (DESCRIPTION OF THE RELATED ART)

インダクティブ型書込みヘッド素子を有する薄膜磁気ヘッドにおいては、薄膜コイル導体を流れる記録電流によってそのコイルが発熱しその周囲の温度が大幅に上昇する。

従来のこの種の薄膜磁気ヘッドでは、コイル発熱に伴う温度上昇に対してさほど有効な対策が採られておらず、コイル周囲の絶縁材料の熱伝導に依存して放熱を行う構造がほとんどであった。

実開平6-84507号公報には、上部磁極膜及び下部磁極膜の温度上昇を抑えるために、上部磁極膜及び下部磁極膜に直接隣接して、BeO、Ag等による熱拡散層を積層することが開示されている。

しかしながら、この公知技術のように、非磁性とはいえ金属層を上部磁極膜及び下部磁極膜に直接隣接して積層することは磁気特性に悪影響を与える恐れが多分にあり、また、上部磁極膜及び下部磁極膜に放熱層を隣接して積層した程度では十分な放熱効果を得ることが難しい。

コイルの発熱によって温度上昇が大きくなると、その周囲の絶縁層が熱膨張してABS（浮上面）方向に突出し、その突出部が磁気媒体と接触する恐れがあり、また、熱によるコイル自体の断線を引き起こす恐れもある。

特に、近年、磁気ディスクの記憶容量が急激に増大し、薄膜磁気ヘッドの狭トラック化及びコンパクト化がより進められていることから、放熱がより難しくなっている。また、磁気媒体表面との距離がより小さくなることから熱膨張による突出が問題となる。さらに、磁気媒体も高記録密度を得るために保持力(Hc)を高くする傾向があり、このこともあいまって記録電流がより大きくなってきているので、コイルの発熱の問題はより深刻となっている。

発明の要約 (SUMMARY OF THE INVENTION)

従って本発明の目的は、コイル導体の発熱によるABS方向への突出及びコイル導体自体の断線を効果的に防止できる薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することにある。

本発明は、前端部(ABS側の端部)で上部磁極に磁氣的に結合している上部コア層と、前端部で下部磁極に磁氣的に結合している下部コア層と、上部コア層及び下部コア層間に挿通しているコイル導体と、コイル導体を挟んで形成されたコイル絶縁層とを含むインダクティブ型書込みヘッド素子を少なくとも備えた薄膜磁気ヘッドに関する。特に、本発明によれば、上部コア層の外側領域におけるコイル絶縁層上の少なくとも一部に熱伝導特性の良好な熱拡散部材が形成されているか、又はコイル導体の一部に接触した若しくはコイル導体の一部を構成する熱伝導特性の良好な熱拡散部材が上部コア層の外側領域に形成さ

れている。

上部コア層の外側領域に熱拡散部材が形成されているので、インダクティブ型書込みヘッド素子の磁気特性に悪影響を与えることがない。しかも、コイル導体の大半の部分が位置している上部コア層の外側領域におけるコイル絶縁層上に熱伝導特性の良好な熱拡散部材を展開できるので十分な放熱効果を得ることができる。また、コイル導体の一部に接触して又はコイル導体の一部として熱伝導特性の良好な熱拡散部材が形成されていることにより、コイル導体から熱拡散部材に熱伝導が直接的に行われるので、十分な放熱効果を得ることができる。その結果、コイル導体の発熱によるABS方向への突出による記録媒体表面との接触、及びコイル導体自体の断線を効果的に防止することができる。

熱拡散部材が、上部コア層の後部（ＡＢＳと反対側）外側及び／又は上部コア層の側部（ＡＢＳから見て側方）外側に形成されていることが好ましい。

熱拡散部材の上には、薄い被覆膜のみが形成されていることも放熱性の点で好ましい。この場合、被覆膜が、Ti、Cr、Ta、Ni、Fe、Co、Au、Pt、Rh及びRuから選ばれた1つの材料、又はTi、Cr、Ta、Ni、Fe若しくはCoを少なくとも含む合金で形成されていることがより好ましい。

熱拡散部材が、 Al_2O_3 より熱伝導率の高い材料、及び／又は Al_2O_3 より熱膨張係数の小さい材料で形成されているも好ましい。この熱拡散部材は、例えば、Cu、Au、Ag、Si、Zn、Al、Ir、Cd、Sb、W、Ta、Fe、Pb、Ni、Pt、Pd、Mg及びMo選択された1つの材料又はそれらの少なくとも1つを含む合金である。

また、本発明は、前端部で下部磁極に磁氣的に結合している下部コア層を形成し、少なくとも下部コア層上に第１のコイル絶縁層を形成し、第１のコイル絶縁層上に下部コア層上を通過するパターンを有するコイル導体を形成し、コイル導体上に第２のコイル絶縁層を形成し、第２のコイル絶縁層上に、前端部で上部磁極に磁氣的に結合している上部コア層を形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法、又は前端部で下部磁極に磁氣的に結合している下部コア層を形成し、少なくとも下部コア層上に第１のコイル絶縁層を形成し、第１のコイル絶縁層上に下部コア層上を通過するパターンを有するコイル導体を形成し、コイル導体上に第２のコイル絶縁層を形成し、第２のコイル絶縁層上に下部コア層上を通過するパターンを有するコイル導体を形成し、コイル導体上に第３のコイル絶縁層を形成し、第３のコイル絶縁層上に、前端部で上部磁極に磁氣的に結合している上部コア層を形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。特に本発明では、上部コア層の外側領域における第２のコイル絶縁層若しくは第３のコイル絶縁層上の少なくとも一部に熱伝導特性の良好な熱拡散部材を形成している。

熱拡散部材が、コイル導体に接続される接続端子のバンプ形成工程内、又はコイル導体に接続されるそのバンプ形成工程内における下地層形成時に形成されることが好ましい。このように、既存の工程である接続端子のバンプ形成工程内で、又はそのバンプ形成工程内における下地層形成時に、熱拡散部材を形成すれば、新たな工程を追加することなく熱拡散部材が形成できる。

熱拡散部材を、上部コア層の後部外側、及び／又は上部コア層の側部外側に形成することが好ましい。

さらに本発明の製造方法では、コイル導体の一部に接触した又はコイル導体の一部を構

のリード配線導体、12a及び12bはリード配線導体11a及び11bの他端にそれぞれ接続されたMRヘッド素子部のコンタクト部、13a及び13bはコンタクト部12a及び12bにそれぞれ接続されているMRリード電極、14はMRリード電極13a及び13bに両端部が接続されたMR膜、15a及び15bはインダクティブ型書込みヘッド素子の接続端子（パッド）、16a及び16bは一端がパッド15a及び15bにそれぞれ接続されたインダクティブヘッド素子用のリード配線導体、17はリード配線導体16aの他端にその一端が接続された1層目のコイル導体、18はリード配線導体16bの他端にその一端が接続された2層目のコイル導体、19は1層目のコイル導体17と2層目のコイル導体18とのコイル接続部、20はコイル導体17及び18を囲むコイル絶縁層（第1のコイル絶縁層20a、第2のコイル絶縁層20b及び第3のコイル絶縁層20c）、21は下部シールド層、22は上部シールド層兼下部コア層（第1の上部シールド層22a及び第2の上部シールド層兼下部コア層22b）、23は上部コア層、24は磁路形成のために下部コア層22及び上部コア層23を磁気的に接続しているバックギャップ部、25は上部コア層23の外側後方（ABSの反対側）においてコイル絶縁層20上に積層形成された熱拡散層をそれぞれ示している。

図2a～2g及び図3a～3gは、本実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造工程の一例を概略的に示す平面図及びそれらのA-A線断面図である。以下これらの図を用いて、本実施形態の薄膜磁気ヘッドの製造工程を説明する。

まず、ウエハ上に下地膜等を形成する。その後、図2a及び図3aに示すように、下部シールド層21を形成してその上に絶縁層を成膜し、CMPを行うことにより表面を平坦化する。

次いで、図2b及び図3bに示すように、その上に第1の読出しギャップ層26aを形成した後、MR膜14並びにMRリード電極13a及び13bを形成し、その上に第2の読出しギャップ層26bを形成した後、第1の上部シールド層22aを形成する。

次いで、図2c及び図3cに示すように、第1の上部シールド層22a上に第2の上部シールド層兼下部コア層22bを形成してその上に絶縁層を成膜し、CMPを行うことにより表面を平坦化する。

その後、図2d及び図3dに示すように、第1のコイル絶縁層20aを成膜した後、1層目のコイル導体17及びコイル接続部19を形成し、その上に第2のコイル絶縁層20bを形成する。

次いで、図2e及び図3eに示すように、第2のコイル絶縁層20b上に2層目のコイル導体18及びコイル接続部19を形成し、その上に第3のコイル絶縁層20cを形成する。

次いで、図2f及び図3fに示すように、第3のコイル絶縁層20cの前部（ABS側の部分）上に上部コア層23を形成する。

その後、図2g及び図3gに示すように、パッド10a及び10b並びにパッド15a及び15bにバンプ用の下地膜を形成しその上にバンプを形成する。そのバンプ形成の際に同時に熱拡散層25を、上部コア層23の外側後方（ABSの反対側）における第3のコイル絶縁層20c上に積層形成する。

熱拡散層25としては、保護層である Al_2O_3 より熱伝導率が高い材料が用いられる

が、その中でもバンプと同じ材料、例えばCuであることが工程の簡略化の点で望ましい。しかしながら、熱拡散層25として、Au、Ag、Si、Zn、Al、Ir、Cd、Sb、W、Ta、Fe、Pb、Ni、Pt、Pd、Mg及びMoから選択された1つの材料又はそれらの少なくとも1つを含む合金を用いてもよい。熱拡散層25として、保護層である Al_2O_3 より熱膨張率の低い材料を用いることも好ましい。

図示されてないが、その後、上部コア層23及び熱拡散層25の上に Al_2O_3 等による保護層を形成する。この場合、熱拡散層25の上に保護層を形成せず、薄い被覆膜のみを形成すれば、放熱性がより向上する。この被覆膜としては、Ti、Cr、Ta、Ni、Fe、Co、Au、Pt、Rh及びRuから選ばれた1つの材料、又はTi、Cr、Ta、Ni、Fe若しくはCoを少なくとも含む合金が用いられる。

このように、本実施形態では、上部コア層23の外側後方における第3のコイル絶縁層20c上に熱拡散層25が形成されているので、インダクティブ型書込みヘッド素子の磁気特性に悪影響を与えることがない。しかも、コイル導体17及び18の大半の部分が位置している上部コア層23の外側領域に熱拡散層25が展開しているので十分な放熱効果を得ることができる。その結果、コイル導体17及び18の発熱によるABS方向への突出による記録媒体表面との接触、及びコイル導体17及び18自体の断線を効果的に防止することができる。また、本実施形態では、バンプ形成工程内で熱拡散層25を形成しているため、新たな工程を追加する必要がない。しかも、バンプと同様の厚さに熱拡散層25を形成できるので、より大きな放熱又は蓄熱効果を得ることができる。

なお、本実施形態において、熱拡散層25、保護層及び被覆層を除く各層についてはこの技術分野で用いられるいかなる材料をも使用可能であり、その成膜、パターンニング等の形成方法についてもこの技術分野で用いられるいかなる方法も適用可能である。

さらに、本実施形態では、上部シールド層兼下部コア層22として、第1の上部シールド層22a及び第2の上部シールド層兼下部コア層22bの2層構造としているが、単層構造であってももちろんよい。また、コイル導体も、1層目のコイル導体17及び2層目のコイル導体18の2層構造であるが、2層以上の多層構造であっても単層構造であってもよいことはもちろんである。

図4a-4g及び図5a-5gは、図1、図2a-2g及び図3a-3gの実施形態の変更態様として薄膜磁気ヘッドの製造工程の他の例を概略的に示す平面図及びそれらのA-A線断面図である。以下これらの図を用いて、本変更態様の薄膜磁気ヘッドの製造工程を説明する。なお、図4a-4g及び図5a-5gの変更態様において、図1、図2a-2g及び図3a-3gの実施形態と同じ構成要素には同じ参照番号を使用している。

まず、ウエハ上に下地膜等を形成する。その後、図4a及び図5aに示すように、下部シールド層21を形成してその上に絶縁層を成膜し、CMPを行うことにより表面を平坦化する。

次いで、図4b及び図5bに示すように、その上に第1の読出しギャップ層26aを形成した後、MR膜14並びにMRリード電極13a及び13bを形成し、その上に第2の読出しギャップ層26bを形成した後、第1の上部シールド層22aを形成する。

次いで、図4c及び図5cに示すように、第1の上部シールド層22a上に第2の上部シールド層兼下部コア層22bを形成してその上に絶縁層を成膜し、CMPを行うことに

より表面を平坦化する。

その後、図 4 d 及び図 5 d に示すように、第 1 のコイル絶縁層 20 a を成膜した後、1 層目のコイル導体 17 及びコイル接続部 19 を形成し、その上に第 2 のコイル絶縁層 20 b を形成する。

次いで、図 4 e 及び図 5 e に示すように、第 2 のコイル絶縁層 20 b 上に 2 層目のコイル導体 18 及びコイル接続部 19 を形成し、その上に第 3 のコイル絶縁層 20 c を形成する。

次いで、図 4 f 及び図 5 f に示すように、第 3 のコイル絶縁層 20 c の前部（ABS 側の部分）上に上部コア層 23 を形成する。

その後、図 4 g 及び図 5 g に示すように、パッド 10 a 及び 10 b 並びにパッド 15 a 及び 15 b にバンプ用の下地膜を形成する。そのバンプ用の下地膜を形成する際に同時に熱拡散層 55 を、上部コア層 23 の外側後方（ABS の反対側）における第 3 のコイル絶縁層 20 c 上に積層形成する。この場合の熱拡散層 55 は、図 1、図 2 a - 2 g 及び図 3 a - 3 g の実施形態における熱拡散層 25 より薄くなる。

熱拡散層 55 としては、保護層である Al_2O_3 より熱伝導率が高い材料が用いられるが、その中でもバンプ用の下地層と同じ材料、例えば Cu であることが工程の簡略化の点で望ましい。しかしながら、熱拡散層 55 として、Au、Ag、Si、Zn、Al、Ir、Cd、Sb、W、Ta、Fe、Pb、Ni、Pt、Pd、Mg 及び Mo から選択された 1 つの材料又はそれらの少なくとも 1 つを含む合金を用いてもよい。熱拡散層 55 として、保護層である Al_2O_3 より熱膨張率の低い材料を用いることも好ましい。

図示されてないが、その後、パッド 10 a 及び 10 b 並びにパッド 15 a 及び 15 b 上に形成された下地層の上にバンプを形成し、次いで、上部コア層 23 及び熱拡散層 55 の上に Al_2O_3 等による保護層を形成する。この場合、熱拡散層 55 の上に保護層を形成せず、薄い被覆膜のみを形成すれば、放熱性がより向上する。この被覆膜としては、Ti、Cr、Ta、Ni、Fe、Co、Au、Pt、Rh 及び Ru から選ばれた 1 つの材料、又は Ti、Cr、Ta、Ni、Fe 若しくは Co を少なくとも含む合金が用いられる。

本変更態様の作用効果は、図 1、図 2 a - 2 g 及び図 3 a - 3 g の実施形態の場合とほぼ同様である。

なお、本変更態様において、熱拡散層 55、保護層及び被覆層を除く各層についてはこの技術分野で用いられるいかなる材料をも使用可能であり、その成膜、パターンニング等の形成方法についてもこの技術分野で用いられるいかなる方法も適用可能である。

さらに、本変更態様では、上部シールド層兼下部コア層 22 として、第 1 の上部シールド層 22 a 及び第 2 の上部シールド層兼下部コア層 22 b の 2 層構造としているが、単層構造であってももちろんよい。また、コイル導体も、1 層目のコイル導体 17 及び 2 層目のコイル導体 18 の 2 層構造であるが、2 層以上の多層構造であっても単層構造であってもよいことはもちろんである。

図 6 は、本発明の他の実施形態として、ウエハ表面上における 1 つの薄膜磁気ヘッドの概略的な構成を示す平面図である。この実施形態は、インダクティブ型書込みヘッド素子及び MR 型読出しヘッド素子を有する複合型薄膜磁気ヘッドの場合である。なお、本実施形態において、図 1、図 2 a - 2 g 及び図 3 a - 3 g の実施形態と同じ構成要素には同じ

参照番号を使用している。

図6において、10a及び10bはMR型読出しヘッド素子の接続端子（パッド）、11a及び11bは一端がパッド10a及び10bにそれぞれ接続されたMRヘッド素子用のリード配線導体、12a及び12bはリード配線導体11a及び11bの他端にそれぞれ接続されたMRヘッド素子部のコンタクト部、13a及び13bはコンタクト部12a及び12bにそれぞれ接続されているMRリード電極、14はMRリード電極13a及び13bに両端部が接続されたMR膜、15a及び15bはインダクティブ型書込みヘッド素子の接続端子（パッド）、16a及び16bは一端がパッド15a及び15bにそれぞれ接続されたインダクティブヘッド素子用のリード配線導体、17はリード配線導体16aの他端にその一端が接続された1層目のコイル導体、18はリード配線導体16bの他端にその一端が接続された2層目のコイル導体、19は1層目のコイル導体17と2層目のコイル導体18とのコイル接続部、20はコイル導体17及び18を囲むコイル絶縁層、21は下部シールド層、22は上部シールド層兼下部コア層、23は上部コア層、24は磁路形成のために下部コア層22及び上部コア層23を磁気的に接続しているバックギャップ部、65a及び65bは上部コア層23の外側側方においてコイル絶縁層20上に積層形成された熱拡散層をそれぞれ示している。

本実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造工程は、図2a-2g及び図3a-3g並びに図4a-4g及び図5a-5gに示した製造工程とほぼ同様であるため、説明を省略する。

本実施形態では、熱拡散層65a及び65bが上部コア層23の外側の両側方により広く展開されているため、さらに大きな放熱又は蓄熱効果を期待できる。本実施形態のその他の構成、変更態様及び作用効果は、図1、図2a-2g及び図3a-3gの実施形態、図4a-4g及び図5a-5gの変更態様の場合と同様である。

図7は、本発明のさらに他の実施形態として、ウエハ表面上における1つの薄膜磁気ヘッドの概略的な構成を示す平面図である。この実施形態は、インダクティブ型書込みヘッド素子及びMR型読出しヘッド素子を有する複合型薄膜磁気ヘッドの場合である。なお、本実施形態において、図1、図2a-2g及び図3a-3gの実施形態と同じ構成要素には同じ参照番号を使用している。

図7において、10a及び10bはMR型読出しヘッド素子の接続端子（パッド）、11a及び11bは一端がパッド10a及び10bにそれぞれ接続されたMRヘッド素子用のリード配線導体、12a及び12bはリード配線導体11a及び11bの他端にそれぞれ接続されたMRヘッド素子部のコンタクト部、13a及び13bはコンタクト部12a及び12bにそれぞれ接続されているMRリード電極、14はMRリード電極13a及び13bに両端部が接続されたMR膜、15a及び15bはインダクティブ型書込みヘッド素子の接続端子（パッド）、16a及び16bは一端がパッド15a及び15bにそれぞれ接続されたインダクティブヘッド素子用のリード配線導体、17はリード配線導体16aの他端にその一端が接続された1層目のコイル導体、18はリード配線導体16bの他端にその一端が接続された2層目のコイル導体、19は1層目のコイル導体17と2層目のコイル導体18とのコイル接続部、20はコイル導体17及び18を囲むコイル絶縁層、21は下部シールド層、22は上部シールド層兼下部コア層、23は上部コア層、24は

磁路形成のために下部コア層 2 2 及び上部コア層 2 3 を磁氣的に接続しているバックギャップ部、7 5 は上部コア層 2 3 の外側後方及び外側側方においてコイル絶縁層 2 0 上に積層形成された熱拡散層をそれぞれ示している。

本実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造工程は、図 2 a - 2 g 及び図 3 a - 3 g 並びに図 4 a - 4 g 及び図 5 a - 5 g に示した製造工程とほぼ同様であるため、説明を省略する。

本実施形態では、熱拡散層 7 5 が上部コア層 2 3 の外側後方のみならず外側の両側方にもより広く展開されているため、さらに大きな放熱又は蓄熱効果を期待できる。本実施形態のその他の構成、変更態様及び作用効果は、図 1、図 2 a - 2 g 及び図 3 a - 3 g の実施形態、図 4 a - 4 g 及び図 5 a - 5 g の変更態様、図 6 の実施形態の場合と同様である。

図 8 は、本発明のまたさらに他の実施形態として、ウエハ表面上における 1 つの薄膜磁気ヘッドの概略的な構成を示す平面図である。この実施形態は、インダクティブ型書込みヘッド素子及び MR 型読出しヘッド素子を有する複合型薄膜磁気ヘッドの場合である。なお、本実施形態において、図 1、図 2 a - 2 g 及び図 3 a - 3 g の実施形態と同じ構成要素には同じ参照番号を使用している。

図 8 において、1 0 a 及び 1 0 b は MR 型読出しヘッド素子の接続端子（パッド）、1 1 a 及び 1 1 b は一端がパッド 1 0 a 及び 1 0 b にそれぞれ接続された MR ヘッド素子用のリード配線導体、1 2 a 及び 1 2 b はリード配線導体 1 1 a 及び 1 1 b の他端にそれぞれ接続された MR ヘッド素子部のコンタクト部、1 3 a 及び 1 3 b はコンタクト部 1 2 a 及び 1 2 b にそれぞれ接続されている MR リード電極、1 4 は MR リード電極 1 3 a 及び 1 3 b に両端部が接続された MR 膜、1 5 a 及び 1 5 b はインダクティブ型書込みヘッド素子の接続端子（パッド）、1 6 a 及び 1 6 b は一端がパッド 1 5 a 及び 1 5 b にそれぞれ接続されたインダクティブヘッド素子用のリード配線導体、1 7 はリード配線導体 1 6 a の他端にその一端が接続された 1 層目のコイル導体、1 8 はリード配線導体 1 6 b の他端にその一端が接続された 2 層目のコイル導体、1 9 は 1 層目のコイル導体 1 7 と 2 層目のコイル導体 1 8 とのコイル接続部、2 0 はコイル導体 1 7 及び 1 8 を囲むコイル絶縁層（第 1 のコイル絶縁層 2 0 a、第 2 のコイル絶縁層 2 0 b 及び第 3 のコイル絶縁層 2 0 c）、2 1 は下部シールド層、2 2 は上部シールド層兼下部コア層（第 1 の上部シールド層 2 2 a 及び第 2 の上部シールド層兼下部コア層 2 2 b）、2 3 は上部コア層、2 4 は磁路形成のために下部コア層 2 2 及び上部コア層 2 3 を磁氣的に接続しているバックギャップ部、8 5 は上部コア層 2 3 の外側側方において 1 層目のコイル導体 1 7 に直接接触して又は 1 層目のコイル導体 1 7 の一部を構成するように形成された熱拡散層をそれぞれ示している。なお、熱拡散層 8 5 は、2 層目のコイル導体 1 8 に直接接触して又はこの 2 層目のコイル導体 1 8 の一部を構成するように形成されていてもよい。

図 9 a - 9 g 及び図 1 0 a - 1 0 g は、本実施形態における薄膜磁気ヘッドの製造工程の一例を概略的に示す平面図及びそれらの A - A 線断面図である。以下これらの図を用いて、本実施形態の薄膜磁気ヘッドの製造工程を説明する。

まず、ウエハ上に下地膜等を形成する。その後、図 9 a 及び図 1 0 a に示すように、下部シールド層 2 1 を形成してその上に絶縁層を成膜し、CMP を行うことにより表面を平坦化する。

次いで、図9 b及び図10 bに示すように、その上に第1の読出しギャップ層26 aを形成した後、MR膜14並びにMRリード電極13 a及び13 bを形成し、その上に第2の読出しギャップ層26 bを形成した後、第1の上部シールド層22 aを形成する。

次いで、図9 c及び図10 cに示すように、第1の上部シールド層22 a上に第2の上部シールド層兼下部コア層22 bを形成してその上に絶縁層を成膜し、CMPを行うことにより表面を平坦化する。

その後、図9 d及び図10 dに示すように、第1のコイル絶縁層20 aを成膜した後、1層目のコイル導体17及びコイル接続部19を形成する。その際、同時に熱拡散層85を、上部コア層23の外側側方となる位置に1層目のコイル導体17と直接接触させて又はこの1層目のコイル導体17の一部を構成するように形成する。次いで、コイル導体17及び熱拡散層85上に第2のコイル絶縁層20 bを形成する。

熱拡散層85としては、保護層である Al_2O_3 より熱伝導率が高い材料が用いられるが、その中でもコイル導体と同じ材料、例えばCuであることが工程の簡略化の点で望ましい。しかしながら、熱拡散層85として、Au、Ag、Si、Zn、Al、Ir、Cd、Sb、W、Ta、Fe、Pb、Ni、Pt、Pd、Mg及びMoから選択された1つの材料又はそれらの少なくとも1つを含む合金を用いてもよい。熱拡散層85として、保護層である Al_2O_3 より熱膨張率の低い材料を用いることも好ましい。

次いで、図9 e及び図10 eに示すように、第2のコイル絶縁層20 b上に2層目のコイル導体18及びコイル接続部19を形成し、その上に第3のコイル絶縁層20 cを形成する。なお、この2層目のコイル導体18及びコイル接続部19形成と同時に熱拡散層85を、上部コア層23の外側側方となる位置に2層目のコイル導体18と直接接触させて又はこの2層目のコイル導体18の一部を構成するように形成してもよい。即ち、1層目のコイル導体17の形成時に又は2層目のコイル導体18の形成時に熱拡散層を形成してもよいし、1層目のコイル導体17の形成時に1つの熱拡散層を形成しかつ2層目のコイル導体18の形成時に他の熱拡散層を形成してもよい。

次いで、図9 f及び図10 fに示すように、第3のコイル絶縁層20 cの前部（ABS側の部分）上に上部コア層23を形成する。

その後、図9 g及び図10 gに示すように、パッド10 a及び10 b並びにパッド15 a及び15 bにバンプ用の下地膜を形成しその上にバンプを形成する。

図示されていないが、その後、上部コア層23及び第3のコイル絶縁層20 c上に Al_2O_3 等による保護層を形成する。

このように、本実施形態では、上部コア層23の外側側方において熱拡散層85が形成されているので、インダクティブ型書込みヘッド素子の磁気特性に悪影響を与えることがない。しかも、1層目及び／若しくは2層目のコイル導体と直接接触させて、又は1層目及び／若しくは2層目のコイル導体の一部を構成するように熱拡散層85が形成されているので、十分な放熱効果を得ることができる。その結果、コイル導体17及び18の発熱によるABS方向への突出による記録媒体表面との接触、及びコイル導体17及び18自体の断線を効果的に防止することができる。また、本実施形態では、コイル導体形成工程内で熱拡散層85を形成しているので、新たな工程を追加する必要がない。

なお、本実施形態において、熱拡散層85及び保護層を除く各層についてはこの技術分

さらに、本実施形態では、上部シールド層兼下部コア層 22 として、第 1 の上部シールド層 22 a 及び第 2 の上部シールド層兼下部コア層 22 b の 2 層構造としているが、単層構造であってももちろんよい。また、コイル導体も、1 層目のコイル導体 17 及び 2 層目のコイル導体 18 の 2 層構造であるが、2 層以上の多層構造であっても単層構造であってもよいことはもちろんである。

前述した実施形態における複合型薄膜磁気ヘッドのMR型読出しヘッド素子としては、磁気異方性磁気抵抗効果（AMR）型読出しヘッド素子のみならず、巨大磁気抵抗効果（GMR）型読出しヘッド素子（電流が積層面に沿って流れるCIP-GMR型素子及び電流が積層面と垂直方向に流れるCPP-GMR型素子を含む）、又はトンネル磁気抵抗効果（TMR）型読出しヘッド素子であってもよいことは明らかである。

また、本発明は、インダクティブ型書込みヘッド素子及びMR型読出しヘッド素子を有する複合型薄膜磁気ヘッドに限定されるものではなく、インダクティブ型書込みヘッド素子のみを有する薄膜磁気ヘッドにも適用される。

以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

請求の範囲 (WHAT IS CLAIMED IS:)

1. 前端部で上部磁極に磁氣的に結合している上部コア層と、前端部で下部磁極に磁氣的に結合している下部コア層と、該上部コア層及び該下部コア層間に挿通しているコイル導体と、該コイル導体を挟んで形成されたコイル絶縁層とを含むインダクティブ型書込みヘッド素子を少なくとも備えた薄膜磁気ヘッドであって、前記上部コア層の外側領域における前記コイル絶縁層上の少なくとも一部に熱伝導特性の良好な熱拡散部材が形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

2. 前記熱拡散部材が、前記上部コア層の後部外側に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

3. 前記熱拡散部材が、前記上部コア層の側部外側に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

4. 前記熱拡散部材の上には、薄い被覆膜のみが形成されていることを特徴とする請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

5. 前記被覆膜が、Ti、Cr、Ta、Ni、Fe、Co、Au、Pt、Rh及びRuから選ばれた1つの材料、又はTi、Cr、Ta、Ni、Fe若しくはCoを少なくとも含む合金で形成されていることを特徴とする請求項4に記載の薄膜磁気ヘッド。

6. 前記熱拡散部材が、 Al_2O_3 より熱伝導率の高い材料で形成されていることを特徴とする請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

7. 前記熱拡散部材が、 Al_2O_3 より熱膨張係数の小さい材料で形成されていることを特徴とする請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

8. 前記熱拡散部材が、Cu、Au、Ag、Si、Zn、Al、Ir、Cd、Sb、W、Ta、Fe、Pb、Ni、Pt、Pd、Mg及びMo選択された1つの材料又はそれらの少なくとも1つを含む合金から形成されていることを特徴とする請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

9. 前端部で上部磁極に磁氣的に結合している上部コア層と、前端部で下部磁極に磁氣的に結合している下部コア層と、該上部コア層及び該下部コア層間に挿通しているコイル導体と、該コイル導体を挟んで形成されたコイル絶縁層とを含むインダクティブ型書込みヘッド素子を少なくとも備えた薄膜磁気ヘッドであって、前記コイル導体の一部に接触した又は前記コイル導体の一部を構成する熱伝導特性の良好な熱拡散部材が前記上部コア層の外側領域に形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

10. 前記熱拡散部材の上には、薄い被覆膜のみが形成されていることを特徴とする請求

項 9 に記載の薄膜磁気ヘッド。

1 1. 前記被覆膜が、Ti、Cr、Ta、Ni、Fe、Co、Au、Pt、Rh及びRuから選ばれた1つの材料、又はTi、Cr、Ta、Ni、Fe若しくはCoを少なくとも含む合金で形成されていることを特徴とする請求項 1 0 に記載の薄膜磁気ヘッド。

1 2. 前記熱拡散部材が、Al₂O₃より熱伝導率の高い材料で形成されていることを特徴とする請求項 9 に記載の薄膜磁気ヘッド。

1 3. 前記熱拡散部材が、Al₂O₃より熱膨張係数の小さい材料で形成されていることを特徴とする請求項 9 に記載の薄膜磁気ヘッド。

1 4. 前記熱拡散部材が、Cu、Au、Ag、Si、Zn、Al、Ir、Cd、Sb、W、Ta、Fe、Pb、Ni、Pt、Pd、Mg及びMo選択された1つの材料又はそれらの少なくとも1つを含む合金から形成されていることを特徴とする請求項 9 に記載の薄膜磁気ヘッド。

1 5. 前端部で下部磁極に磁氣的に結合している下部コア層を形成し、少なくとも該下部コア層上に第 1 のコイル絶縁層を形成し、該第 1 のコイル絶縁層上に前記下部コア層上を通過するパターンを有するコイル導体を形成し、該コイル導体上に第 2 のコイル絶縁層を形成し、該第 2 のコイル絶縁層上に、前端部で上部磁極に磁氣的に結合している上部コア層を形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記上部コア層の外側領域における前記第 2 のコイル絶縁層上の少なくとも一部に熱伝導特性の良好な熱拡散部材を形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

1 6. 前記熱拡散部材が、前記コイル導体に接続される接続端子のバンプ形成工程内で形成されることを特徴とする請求項 1 5 に記載の製造方法。

1 7. 前記熱拡散部材が、前記コイル導体に接続される接続端子のバンプ形成工程内における下地層形成時に形成されることを特徴とする請求項 1 5 に記載の製造方法。

1 8. 前記熱拡散部材を、前記上部コア層の後部外側に形成することを特徴とする請求項 1 5 に記載の製造方法。

1 9. 前記熱拡散部材を、前記上部コア層の側部外側に形成することを特徴とする請求項 1 5 に記載の製造方法。

2 0. 前記熱拡散部材の上に薄い被覆膜のみを形成することを特徴とする請求項 1 5 に記載の製造方法。

21. 前記被覆膜を、Ti、Cr、Ta、Ni、Fe、Co、Au、Pt、Rh及びRuから選ばれた1つの材料、又はTi、Cr、Ta、Ni、Fe若しくはCoを少なくとも含む合金で形成することを特徴とする請求項20に記載の製造方法。

22. 前記熱拡散部材を、 Al_2O_3 より熱伝導率の高い材料で形成することを特徴とする請求項15に記載の製造方法。

23. 前記熱拡散部材を、 Al_2O_3 より熱膨張係数の小さい材料で形成することを特徴とする請求項15に記載の製造方法。

24. 前記熱拡散部材を、Cu、Au、Ag、Si、Zn、Al、Ir、Cd、Sb、W、Ta、Fe、Pb、Ni、Pt、Pd、Mg及びMo選択された1つの材料又はそれらの少なくとも1つを含む合金から形成することを特徴とする請求項15に記載の製造方法。

25. 前端部で下部磁極に磁氣的に結合している下部コア層を形成し、少なくとも該下部コア層上に第1のコイル絶縁層を形成し、該第1のコイル絶縁層上に前記下部コア層上を通過するパターンを有するコイル導体を形成し、該コイル導体上に第2のコイル絶縁層を形成し、該第2のコイル絶縁層上に前記下部コア層上を通過するパターンを有するコイル導体を形成し、該コイル導体上に第3のコイル絶縁層を形成し、該第3のコイル絶縁層上に、前端部で上部磁極に磁氣的に結合している上部コア層を形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記上部コア層の外側領域における前記第3のコイル絶縁層上の少なくとも一部に熱伝導特性の良好な熱拡散部材を形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

26. 前記熱拡散部材が、前記コイル導体に接続される接続端子のバンプ形成工程内で形成されることを特徴とする請求項25に記載の製造方法。

27. 前記熱拡散部材が、前記コイル導体に接続される接続端子のバンプ形成工程内における下地層形成時に形成されることを特徴とする請求項25に記載の製造方法。

28. 前記熱拡散部材を、前記上部コア層の後部外側に形成することを特徴とする請求項25に記載の製造方法。

29. 前記熱拡散部材を、前記上部コア層の側部外側に形成することを特徴とする請求項25に記載の製造方法。

30. 前記熱拡散部材の上に薄い被覆膜のみを形成することを特徴とする請求項25に記載の製造方法。

31. 前記被覆膜を、Ti、Cr、Ta、Ni、Fe、Co、Au、Pt、Rh及びRu

から選ばれた1つの材料、又はTi、Cr、Ta、Ni、Fe若しくはCoを少なくとも含む合金で形成することを特徴とする請求項30に記載の製造方法。

32. 前記熱拡散部材を、 Al_2O_3 より熱伝導率の高い材料で形成することを特徴とする請求項25に記載の製造方法。

33. 前記熱拡散部材を、 Al_2O_3 より熱膨張係数の小さい材料で形成することを特徴とする請求項25に記載の製造方法。

34. 前記熱拡散部材を、Cu、Au、Ag、Si、Zn、Al、Ir、Cd、Sb、W、Ta、Fe、Pb、Ni、Pt、Pd、Mg及びMo選択された1つの材料又はそれらの少なくとも1つを含む合金から形成することを特徴とする請求項25に記載の製造方法。

35. 前端部で下部磁極に磁氣的に結合している下部コア層を形成し、少なくとも該下部コア層上に第1のコイル絶縁層を形成し、該第1のコイル絶縁層上に前記下部コア層上を通過するパターンを有するコイル導体を形成し、該コイル導体上に第2のコイル絶縁層を形成し、該第2のコイル絶縁層上に、前端部で上部磁極に磁氣的に結合している上部コア層を形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記コイル導体の一部に接触した又は前記コイル導体の一部を構成する熱伝導特性の良好な熱拡散部材を前記上部コア層の外側領域に形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

36. 前記熱拡散部材が、前記コイル導体形成工程内で形成されることを特徴とする請求項35に記載の製造方法。

37. 前記熱拡散部材の上に薄い被覆膜のみを形成することを特徴とする請求項35に記載の製造方法。

38. 前記被覆膜を、Ti、Cr、Ta、Ni、Fe、Co、Au、Pt、Rh及びRuから選ばれた1つの材料、又はTi、Cr、Ta、Ni、Fe若しくはCoを少なくとも含む合金で形成することを特徴とする請求項37に記載の製造方法。

39. 前記熱拡散部材を、 Al_2O_3 より熱伝導率の高い材料で形成することを特徴とする請求項35に記載の製造方法。

40. 前記熱拡散部材を、 Al_2O_3 より熱膨張係数の小さい材料で形成することを特徴とする請求項35に記載の製造方法。

41. 前記熱拡散部材を、Cu、Au、Ag、Si、Zn、Al、Ir、Cd、Sb、W、Ta、Fe、Pb、Ni、Pt、Pd、Mg及びMo選択された1つの材料又はそれらの少なくとも1つを含む合金から形成することを特徴とする請求項35に記載の製造方法。

4 2. 前端部で下部磁極に磁氣的に結合している下部コア層を形成し、少なくとも該下部コア層上に第 1 のコイル絶縁層を形成し、該第 1 のコイル絶縁層上に前記下部コア層上を通過するパターンを有するコイル導体を形成し、該コイル導体上に第 2 のコイル絶縁層を形成し、該第 2 のコイル絶縁層上に前記下部コア層上を通過するパターンを有するコイル導体を形成し、該コイル導体上に第 3 のコイル絶縁層を形成し、該第 3 のコイル絶縁層上に、前端部で上部磁極に磁氣的に結合している上部コア層を形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記コイル導体の一部に接触して又は前記コイル導体の一部として熱伝導特性の良好な熱拡散部材を形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

4 3. 前記熱拡散部材が、前記コイル導体形成工程内で形成されることを特徴とする請求項 4 2 に記載の製造方法。

4 4. 前記熱拡散部材の上に薄い被覆膜のみを形成することを特徴とする請求項 4 2 に記載の製造方法。

4 5. 前記被覆膜を、Ti、Cr、Ta、Ni、Fe、Co、Au、Pt、Rh 及び Ru から選ばれた 1 つの材料、又は Ti、Cr、Ta、Ni、Fe 若しくは Co を少なくとも含む合金で形成することを特徴とする請求項 4 4 に記載の製造方法。

4 6. 前記熱拡散部材を、 Al_2O_3 より熱伝導率の高い材料で形成することを特徴とする請求項 4 2 に記載の製造方法。

4 7. 前記熱拡散部材を、 Al_2O_3 より熱膨張係数の小さい材料で形成することを特徴とする請求項 4 2 に記載の製造方法。

4 8. 前記熱拡散部材を、Cu、Au、Ag、Si、Zn、Al、Ir、Cd、Sb、W、Ta、Fe、Pb、Ni、Pt、Pd、Mg 及び Mo 選択された 1 つの材料又はそれらの少なくとも 1 つを含む合金から形成することを特徴とする請求項 4 2 に記載の製造方法。

開示の要約 (ABSTRACT OF THE DISCLOSURE)

前端部で上部磁極に磁氣的に結合している上部コア層と、前端部で下部磁極に磁氣的に結合している下部コア層と、上部コア層及び下部コア層間に挿通しているコイル導体と、コイル導体を挟んで形成されたコイル絶縁層とを含むインダクティブ型書込みヘッド素子を少なくとも備えた薄膜磁気ヘッドである。上部コア層の外側領域におけるコイル絶縁層上の少なくとも一部に熱伝導特性の良好な熱拡散部材が形成されているか、又はコイル導体の一部に接触して若しくはコイル導体の一部を構成するように熱伝導特性の良好な熱拡散部材が上部コア層の外側領域に形成されている。

098991297.070601